



Patent dodatkowy
do patentu nr _____

Zgłoszono: 14.10.78 (P. 210318)

Pierwszeństwo: _____

Zgłoszenie ogłoszono: 01.07.80

Opis patentowy opublikowano: 31.12.1984

CZŁOŁENIA

Urzędu Patentowego
Polskiej Rzeczypospolitej Ludowej

Int. Cl.⁸

H03H 7/46

Twórca wynalazku: Stanisław Sypniewski

Uprawniony z patentu: Instytut Łączności, Warszawa (Polska)

**Układ sumowania mocy szerokowstęgowych wzmacniaczy
wielkiej częstotliwości klasy D z komutacją napięcia
oraz transformacją wartości obciążenia**

1

Przedmiotem wynalazku jest układ sumowania mocy szerokowstęgowych wzmacniaczy wielkiej częstotliwości klasy D z komutacją napięcia oraz transformacją wartości obciążenia, który tworzy zespół źródeł o prostokątnych przebiegach napięciowych obciążony wspólnym, szeregowym obwodem rezonansowym.

Znane dotychczas układy nadajników, wykonywane z zastosowaniem tranzystorowych wzmacniaczy rezonansowych, są zakończone indywidualnymi obwodami rezonansowymi, przy czym do sumowania ich mocy wyjściowej są stosowane transformatorowe sprzężenia indukcyjne, lub specjalne układy mostkowe tworzące wspólne wyjściowe obciążenie nadajnika. Podstawową wadą tych układów, występującą zwłaszcza przy zastosowaniu tranzystorów, jest ograniczona wielkość mocy wyjściowej oraz ich skomplikowana budowa i duża liczba elementów strojonych co, zwłaszcza przy pracy nadajnika z przestrajaniem na różne częstotliwości robocze, stwarza poważne trudności eksploatacyjne.

I tak znany jest z publikacji M. L. Stephensa i J. P. Wittmana zamieszczonej w JEEE Transactions on Communication and Electronics nr 9 z 1963 r., transformatorowy wzmacniacz klasy D pracujący w układzie przeciwobnym. Zastosowanie w tym układzie na wyjściu elementów kluczujących symetrycznego transformatora prowadzi jednak do wystąpienia na zaciskach elementów komu-

2

tujących napięcie o wartości dwukrotnie większe niż napięcie zasilania co, zwłaszcza przy stosowaniu tranzystorów, w sposób istotny ogranicza moc oddawaną przez wzmacniacz.

5 Znany jest również z polskiego opisu patentowego nr 85 121 układ sumowania mocy wyjściowej rezonansowych wzmacniaczy klasy D o komutowanym napięciu, którego istota polega na połączeniu w gwiazdę poszczególnych wzmacniaczy klasy D poprzez indywidualne strojone cewki rezonansowe. Do punktu wspólnego gwiazdy jest przyłączona jednym końcem gałąź rezystancyjno-pojemnościowa 10 wspólnego obwodu rezonansowego układu, której drugi koniec jest uziemiony, przy czym gałąź ta jest utworzona z równoległe, względnie szeregowo, połączonych strojonego kondensatora i rezystora stanowiącego obciążenie, w którym jest uzyskiwana sumaryczna moc wyjściowa układu. W ten sposób szeregowy obwód rezonansowy układu 15 jest utworzony z indywidualnych, dla każdego ze wzmacniaczy jednostkowych, indukcyjności i wspólnej pojemności oraz rezystancji obciążenia. Z uwagi na konieczność dopasowania impedancji obwodów rezonansowych do wspólnej impedancji obciążenia układ według patentu nr 85 121 znajduje zastosowanie do sumowania mocy co najwyżej kilku wzmacniaczy jednostkowych, co ogranicza uzyskiwaną moc wyjściową.

25 Istota wynalazku polega na połączeniu zespołu źródeł prostokątnych przebiegów napięciowych z 30

wejściem wspólnego szeregowego obwodu rezonansowego poprzez układ szerokostęgowych transformatorów dopasowujących oraz sumujących. Zespół tych źródeł jest utworzony przez szereg par tranzystorowych, symetrycznych wzmacniaczy klasy D pracujących w czterokluczowych, przeciwso-
bnych układach mostkowych, względnie przez tranzystorowe niesymetryczne dwukluczowe układy przeciwso-
bne.

W mostkowych układach kluczujących pary biegunów wyjściowych stanowią punkty łączące emiter z kolektorami sąsiednich tranzystorów, a każde wyjście układu jest połączone z wejściem szerokostęgowego, symetrycznego transformatora dopasowującego, którego wyjście jest połączone z wejściem asymetrycznego transformatora. Transformatory te są wykonane z magnesów o dużej przenikalności magnetycznej i mają uzwojenia utworzone z linii transmisyjnych o dobranej impedancji charakterystycznej. Jeden z każdej pary biegunów wyjściowych transformatorów asymetrycznych jest uziemiony, a pozostałe są połączone parami z wejściami hybrydowych transformatorów sumujących, których wyjścia są łączone w układzie kaskadowym z wejściami kolejnych transformatorów sumujących. Wyjście ostatniego w kaskadzie transformatora sumującego jest połączone z wejściem wspólnego szeregowego obwodu rezonansowego.

Do biegunów wejściowych każdego hybrydowego transformatora sumującego jest przyłączona równolegle rezystancja kompensująca nierównowagę, dzięki czemu uzyskuje się pełną symetrię układu i brak wzajemnego oddziaływania poszczególnych wzmacniaczy na siebie.

W niesymetrycznych, dwukluczowych, tranzystorowych przeciwso-
bnych układach kluczujących nie-
ziemiony biegun wyjściowy każdego układu jest połączony z wejściem asymetrycznego szerokostęgowego transformatora. Jeden z każdej pary biegunów wyjściowych tych transformatorów jest uziemiony, podczas gdy drugie bieguny są połączone parami z wejściami hybrydowych transformatorów sumujących, których wyjścia są połączone w układzie kaskadowym z wejściami kolejnych transformatorów sumujących. Wyjście ostatniego w kaskadzie transformatora sumującego jest połączone z wejściem wspólnego szeregowego obwodu rezonansowego.

Układ według wynalazku uwidocznił na rysunku, na którym fig. 1 przedstawia schemat blokowy układu sumowania mocy wyjściowej n-wzmacniaczy mostkowych, fig. 2 — schemat ideowy, w którym zespół kluczujący zawiera dwa czterokluczowe, symetryczne układy mostkowe wzmacniaczy obciążone wspólnym szeregowym obwodem rezonansowym typu gamma, a fig. 3 — układ sumowania mocy z zastosowaniem dwu dwukluczowych, niesymetrycznych układów przeciwso-
bnych obciążonych wspólnym, prostym szeregowym obwodem rezonansowym.

W układzie przedstawionym na fig. 2 tranzystory tworzą dwa mostkowe układy kluczujące K_1 i K_2 sterowane przeciwso-
bnie z zewnątrz. Do punktów a i b przekątnej mostka jest dołączone symetryczne źródło zasilania, którego biegun środ-

kowy jest uziemiony, podczas gdy punkty x i y drugiej przekątnej mostka stanowią wyjście układu kluczującego K_1 połączone z wejściem szerokostęgowego, symetrycznego transformatora dopasowującego D_1 . W praktycznych rozwiązaniach, przy typowych kablach współosiowych i tranzystorach dużej mocy, stosuje się przekładnię 1:9.

Przebieg z układu symetrycznego w niesymetryczny uzyskano przez włączenie na wyjściu szerokostęgowego, asymetrycznego tranzystora T_1 o przekładni 1:1, którego jeden biegun wyjściowy jest uziemiony, a drugi jest połączony z biegunem wejściowym szerokostęgowego, hybrydowego transformatora sumującego S_1 .

W taki sam sposób, poprzez transformatory D_2 oraz T_2 , jest połączone wyjście układu kluczującego K_2 z drugim biegunem wejściowym hybrydowego transformatora sumującego S_2 , którego wyjście pobudza wspólny, szeregowy obwód rezonansowy L, C z obciążeniem użytecznym R.

W układzie przedstawionym na fig. 3 zespół kluczujący jest utworzony przez dwa niesymetryczne, dwukluczowe układy przeciwso-
bne K_1 i K_2 . Wyjścia x tych układów są połączone odpowiednio poprzez asymetryczne transformatory dopasowujące T_1 i T_2 , o przekładni 1:4, z wejściem hybrydowego transformatora sumującego S_1 , którego uzwojenie wtórne pobudza do drgań szeregowy obwód rezonansowy.

Przykłady wykonania wynalazku, przedstawione na fig. 2 i 3 zawierają dwa układy kluczujące K_1 i K_2 . W rozwiązaniach konstrukcyjnych liczba układów kluczujących jest określona mocą wyjściową wzmacniacza oraz mocą zastosowanych tranzystorów kluczujących w poszczególnych wzmacniaczach. W przykładzie wykonania przedstawionym na fig. 1 n-układów kluczujących jest połączonych z obwodem rezonansowym poprzez układ kaskadowy transformatorów sumujących je parami $S_1 \dots S_K$, w którym każdy następny stopień kaskady zmniejsza dwukrotnie liczbę wyjść stopnia poprzedniego, a wyjście ostatniego w kaskadzie transformatora sumującego S_K jest połączone ze wspólnym szeregowym obwodem rezonansowym L, C, R.

Działanie aktywnych elementów kluczujących w układzie według wynalazku jest analogicznie do pracy wzmacniacza rezonansowego klasy D z komutacją napięcia. Podczas komutacji powstaje w układzie prostokątny przebieg napięcia, a wartość prądu jest uzależniona od impedancji obciążenia, co czyni układ źródłem o charakterze napięciowym. Po zsumowaniu mocy wyjściowej przebiegi napięciowe pozostają prostokątne przy sinusoidalnym, wymuszonym przez obwód rezonansowy, przebiegu prądu w obciążeniu.

Zaletą układu według wynalazku jest możliwość łączenia w stosunkowo prosty sposób dowolnej liczby aktywnych elementów kluczujących, co ma istotne znaczenie w rozwiązaniach konstrukcyjnych nadajników tranzystorowych dużej mocy. Zastosowanie szerokostęgowych transformatorów dopasowujących, włączonych bezpośrednio za zespołem kluczującym, zapewnia przy tym nie tylko dobrą sprawność energetyczną układu, lecz pozwala również, przy kluczowej pracy układu, na

maksymalne wykorzystanie tranzystorów, ponieważ napięcia występujące na przemian, na zaciskach elementów klucujących, nie przewyższają napięcia zasilania układu. Wspólny obwód rezonansowy pozwala zaś ograniczyć liczbę elementów strojonych, co znacznie ułatwia eksploatację nadajników.

Zastrzeżenia patentowe

1. Układ sumowania mocy szerokostęgowych wzmacniaczy wielkiej częstotliwości klasy D z komutacją napięcia oraz transformacją wartości obciążenia, zasilanych różnoimiennie, które tworzą zespół źródeł napięciowych przebiegów prostokątnych zawierający n-symetrycznych, czterokluczowych, tranzystorowych, przeciwsołnych układów mostkowych wzmacniaczy klasy D, **znamienny tym**, że każde z wyjść poszczególnych układów klucujących ($K_1...K_n$) jest połączone z wejściem szerokostęgowego symetrycznego transformatora dopasowującego ($D_1...D_n$), którego wyjście jest połączone z wejściem szerokostęgowego asymetrycznego transformatora ($T_1...T_n$), przy czym jedno z biegunów wyjściowych tych transformatorów ($T_1...T_n$) są uziemione, a drugie bieguny są połączone parami z wejściami szerokostęgowych hybrydowych transformatorów sumujących ($S_1...S_{n/2}$), równolegle zaś do tych biegunów jest włączona rezystancja (R_b), podczas gdy wyjścia tych transformatorów

($S_1...S_{n/2}$) są połączone odpowiednio parami w układzie kaskady z wejściami kolejnych transformatorów sumujących ($S_{n/2+1}...S_{k-1}$), a wyjście ostatniego w kaskadzie transformatora sumującego (S_k) jest połączone z wejściem wspólnego, szeregowego obwodu rezonansowego (L, C, R).

2. Układ sumowania mocy szerokostęgowych wzmacniaczy wielkiej częstotliwości klasy D z komutacją napięcia oraz transformacją wartości obciążenia, zasilanych różnoimiennie, które tworzą zespół źródeł napięciowych przebiegów prostokątnych zawierający n-niesymetrycznych, dwukluczowych, tranzystorowych układów przeciwsołnych wzmacniaczy klasy D, **znamienny tym**, że każde z wyjść poszczególnych układów klucujących ($K_1...K_n$) jest połączone z wejściem szerokostęgowego asymetrycznego transformatora ($T_1...T_n$), przy czym jedno z biegunów wyjściowych tych transformatorów ($T_1...T_n$) są uziemione, a drugie bieguny są połączone parami z wejściami szerokostęgowych hybrydowych transformatorów sumujących ($S_1...S_{n/2}$), równolegle zaś do tych biegunów jest włączona rezystancja (R_b), podczas gdy wyjście transformatorów sumujących ($S_1...S_{k-1}$) są połączone odpowiednio parami w układzie kaskady z wejściami kolejnych transformatorów sumujących ($S_{n/2+1}...S_{k-1}$), a wyjście ostatniego w kaskadzie transformatora (S_k) jest połączone z wejściem wspólnego szeregowego obwodu rezonansowego (L, C, R).

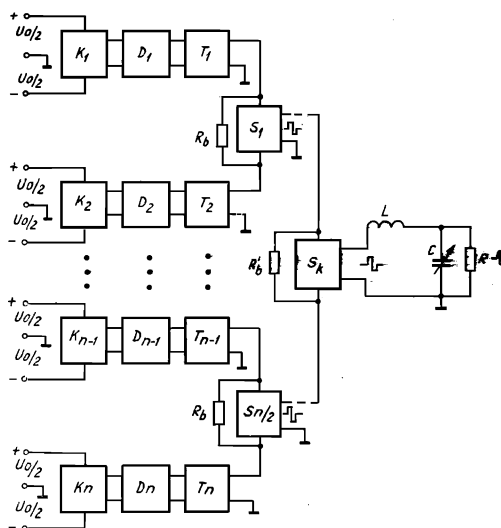


Fig. 1

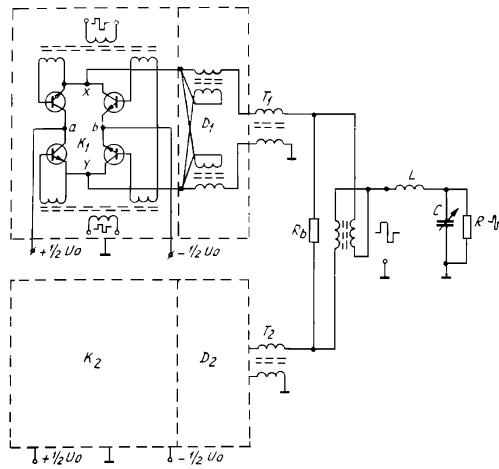


Fig. 2

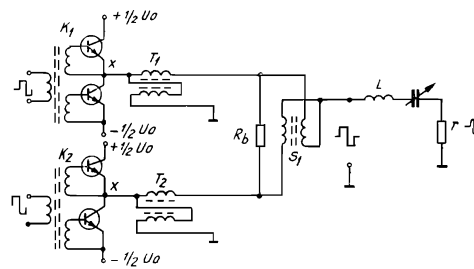


Fig. 3